

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-099800

(43)Date of publication of application : 04.04.2003

(51)Int.Cl. G06T 15/00
G06T 1/00
G06T 11/60

(21)Application number : 2001-290578

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 25.09.2001

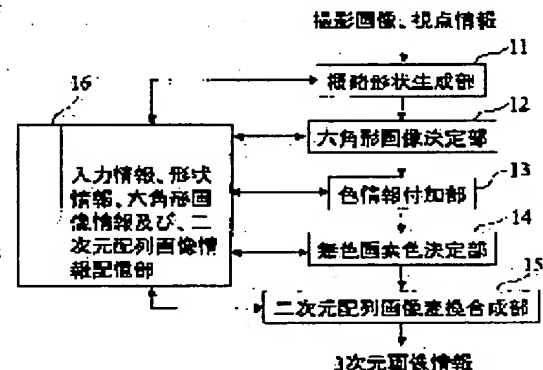
(72)Inventor : SATO HIDENORI
MATSUOKA HIROTO
KITAZAWA HITOSHI

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE INFORMATION PRODUCING METHOD, ITS DEVICE, THREE-DIMENSIONAL IMAGE INFORMATION PRODUCING PROGRAM, STORAGE MEDIUM STORING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To input only a multiaspect image and viewpoint information in formation of three-dimensional image information for restoring a rough shape and carrying out reproduction and display of color information observed from the viewpoint direction.

SOLUTION: A rough shape formation part 11 uses a silhouette method using the multiaspect image to restore the rough shape stably at a high speed. A hexagonal image information formation part 12 finds an intersection between a buckyball arranged in an imaginary space and a photographed image and develops it in the plane and divides it hierarchically for forming a hexagonal image, and then, associates hexagonal pixels constituting the hexagonal image with the photographed image. A color information addition part 13 allocates the hexagonal image in the hexagonal image formation part 12 to all the minute areas representing a restored form surface to color the respective hexagonal pixels with a color of the photographed image by using the correlation result. An achromatic pixel color decision part 14 allocates color information to the hexagonal pixel, to which no allocation is carried out in the color information addition part 13, by interpolation. A two-dimensional arrangement image conversion and synthesis part 15 converts and merges the hexagonal image into image data of ordinary two-dimensional arrangement.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-99800
(P2003-99800A)

(43)公開日 平成15年4月4日(2003.4.4)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 6 T 15/00	1 0 0	G 0 6 T 15/00	1 0 0 A 5 B 0 5 0
	3 0 0		3 0 0 5 B 0 5 7
1/00	5 1 0	1/00	5 1 0 5 B 0 8 0
11/60	1 2 0	11/60	1 2 0 A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願2001-290578(P2001-290578)

(22)出願日 平成13年9月25日(2001.9.25)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 佐藤 秀則

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 松岡 裕人

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外2名)

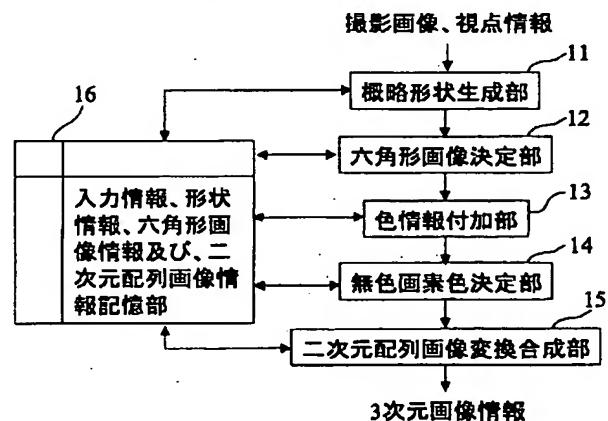
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 3次元画像情報生成方法および装置、ならびに3次元画像情報生成プログラムとこのプログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【課題】 3次元画像情報生成において、多視点画像と視点情報のみを入力し、概略形状を復元し、かつ視点方向から見た色情報を再現、表示可能とする。

【解決手段】 概略形状生成部11は多視点画像を用いたシルエット法を用いて高速、安定に概略形状の復元を行う。六角形画像情報生成部12は仮想空間に配置したバッキーボールと撮影画像の視線との交点を求め、それを平面展開、階層分割して六角形画像を作成し、それを構成する六角形画素と撮影画像の対応付けを行なう。色情報付加部13は復元形状表面を表わす全微小領域に六角形画像情報生成部12の六角形画像を割当て、対応付け結果を用いて各六角形画素に撮影画像の色付けを行なう。無色画素色決定部14は色情報付加部13で割当てのなかった六角形画素に補間により色情報を割当てする。二次元配列画像変換合成部15は六角形画像を通常の二次元配列の画像データに変換しマージする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 同一被写体を多数の視点方向から撮影した複数枚の撮影画像及びそれらの視点情報を入力とし、その被写体の概略形状を復元し、さらにその形状表面上に視点に応じた撮影画像の色情報を付加する3次元画像情報生成方法であって、

前記撮影画像のうちの被写体の全形が撮影されている画像複数枚をシルエット画像として選択し、そのシルエット情報を用いて、被写体の概略形状を微少領域の集合として復元する段階と、

前記復元された概略形状に撮影画像の色情報を付加するための六角形画像の大きさ及び形状と六角形画像を構成する六角形画素と撮影画像との対応付けを決定する段階と、

前記対応付けを決定する段階で求めた六角形画像を形状表面上の全微少領域に割当て、その微少領域毎に、撮影画像の視点と微少領域を結ぶ投影線と撮影画像との交点上の色を、対応する六角形画素に割当てる段階と、

前記割当てる段階において色が割当てられなかった六角形画素について、隣接六角形画素の色を用いて色を決定する段階と、

前記六角形画素で構成される全ての六角形画像を二次元配列の画像データに変換し、それら画像データを1枚ないしは複数枚の画像データにマージする段階とを有することを特徴とする3次元画像情報生成方法。

【請求項2】 前記マージする段階の後に、マージ後の画像データを圧縮する段階を有することを特徴とする請求項1記載の3次元画像情報生成方法。

【請求項3】 同一被写体を多数の視点方向から撮影した複数枚の撮影画像及びそれらの視点情報を入力とし、その被写体の概略形状を復元し、さらにその形状表面上に視点に応じた撮影画像の色情報を付加する3次元画像情報生成装置であって、

前記撮影画像のうちの被写体の全形が撮影されている画像複数枚をシルエット画像として選択し、そのシルエット情報を用いて、被写体の概略形状を微少領域の集合として復元する概略形状生成手段と、

前記復元された形状情報に撮影画像の色情報を付加するための六角形画像の大きさ及び形状と六角形画像を構成する六角形画素と撮影画像との対応付けを決定する六角形画像情報決定手段と、

前記決定された六角形画像を形状表面上の全微少領域に割当て、その微少領域毎に、撮影画像の視点と微少領域を結ぶ視線と撮影画像との交点上の撮影画像の色を、対応する六角形画素に割当てる色情報付加手段と、

前記色情報付加手段において色が割当てられなかった六角形画素について、隣接六角形画素の色を用いて色を決定する無色画素色決定手段と、

前記六角形画素で構成される全ての六角形画像を二次元配列の画像データに変換し、それら画像データを1枚な

いしは複数枚の画像データにマージする二次元配列画像変換合成手段とを有することを特徴とする3次元画像情報生成装置。

【請求項4】 前記二次元配列画像変換合成手段でマージされた後の画像データを圧縮する圧縮手段を有することを特徴とする請求項3記載の3次元画像情報生成装置。

【請求項5】 請求項1または2記載の3次元画像情報生成方法における段階を、コンピュータに実行させるためのプログラムとしたことを特徴とする3次元画像情報生成プログラム。

【請求項6】 請求項1または2記載の3次元画像情報生成方法における段階を、コンピュータに実行させるためのプログラムとし、

前記プログラムを、前記コンピュータが読み取りできる記録媒体に記録したことを特徴とする3次元画像情報生成プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、被写体を多視点方向から撮影した画像情報をもとに、その被写体を3次元仮想空間内で配置し、かつ撮影画像と同等の品質で表示するための、3次元画像情報生成方法および装置に関するものである(図8)。

【0002】

【従来の技術】被写体を多数の視点から撮影した画像を基に、その被写体を任意視点方向から見た画像を保存、合成し、表示する技術には、イメージベースレンダリング(Image-Based Rendering)と呼ばれる方法がある。

【0003】代表的な手法には、苗村らの文献1「光線情報による3次元実空間の効率的記述へ向けた光線空間射影法」(信学技報、IE95-119, 1996-02)による光線空間、Levoyらの文献2「Light Field Rendering」(SIGGRAPH96, PP. 31-42, 1996)によるlight field、がある。

【0004】原理的にはどちらも同じで、被写体の見え方というのは、その被写体が存在する3次元空間を通過する光線の分布により記述されるという考え方に基づいている。文献1では、1枚の平面上を通過するあらゆる光線を空間中のある一点の座標と平面上の座標との4次元で表わしており、文献2では、2枚の平面上を通過するあらゆる光線を2枚の平面上の座標による4次元で表わしている。

【0005】これらにおいては、被写体の幾何形状を積極的に利用せずに、入力画像をもとに、新しい視点位置から見た画像を保存、合成していることになる。そのため、これらの手法では被写体の見え方の復元はできても3次元形状データとして、従来の幾何形状モデルをベー

スに表現されている3次元仮想空間内に配置したり、陰影の情報を生成したりすることができなかった。

【0006】一方、被写体を多数の視点から撮影した画像を基に、その被写体の3次元情報を復元し、保存する技術は、シルエット法 (shape from silhouette、図9) により被写体の概略形状を復元し、その表面をポリゴンの集合として表わし、入力画像から各ポリゴンに貼り付けるべき1枚の画像をテクスチャとしてある基準に従い切り出す方法が一般的である。

【0007】例えば、Matsumotoらによる文献3「A Portable Three-dimensional Digitizer」では、1) 同じ1枚の入力画像からできるだけ大きなテクスチャとなる領域を切り出す、2) 隣接ポリゴンの境界ができるだけ連続性を保つようなテクスチャを選択する、というポリシーのもと、以下のエネルギー関数、

$$E = \sum_i \{ \text{Penalty}(i) - k \cdot \text{Area}(i) \}$$

が最小となるような入力画像とポリゴンとの組み合わせを選択し、それをもとにテクスチャの割り当てを行なっている。ここで、 i はポリゴン番号で、 $\text{Area}(i)$ は i 番目のポリゴンがある入力画像上に投影した時の面積、 $\text{Penalty}(i)$ は i 番目のポリゴンの対応入力画像と隣接ポリゴンの対応入力画像との撮影方向の角度の差で、 k が重み係数を表わしている。

【0008】しかし、この方法では、ひとつのポリゴンに貼り付けるテクスチャは1枚であり、ポリゴン毎に異なる入力画像からテクスチャを切り出すことになるので、どうしてもポリゴン境界での模様の不連続性に加え、撮影位置の違いによる光学的不連続性を避けることができなかった。また、シルエット法では被写体のシルエット領域を撮影の視点位置から仮想空間上へ投影した領域が交差する領域を復元形状としているため、表面の凹部が正確に復元できないという本質的な問題があり、本来凹部であるはずの表面に対応するポリゴンについては、復元結果の誤差から適切なテクスチャをひとつだけ選択することは本質的に不可能であった。

【0009】また、上記の不連続性や復元形状誤差の問題を解決する方法として、物体の3次元形状を測定する装置であるレンジファインダにより復元した被写体の精確な形状表面に、各撮影画像を視点方向に応じて貼り付け、保存する表面光線空間 (surface light field: SLF) と呼ばれる方法が提案されている。

【0010】このうち、西野らの文献4「Eigen-Texture法: 複合現実化のための3次元モデルに基づく見えの圧縮と合成」(信学論(D-2)、Vol. J82-D-2, No. 10, pp. 1793-1803, 1999-10) では、一定形状の光パターンを被写体に投影、撮影し測定する光線パターン投影型レ

ンジファインダにより復元した被写体の3次元形状モデルの各三角形ポリゴン単位で、各視点からの撮影画像を視線方向に従うテクスチャデータとして切出し、列挙して保持している。

【0011】また、Woodらの文献5「Surface Light Fields for 3D Photography」(SIGGRAPH2000, pp. 287-296, 2000) では、レーザー光の照射による三角測量に基づいて被写体形状を測定した被写体の3次元形状モデルの各ポリゴン上の微小領域単位で、各視点画像からの色を視点方向に応じてLumisphereと呼ぶ単位半径球の表面にマッピングしている。マッピングはLumisphereに内接する正八面体を再帰的に分割することにより行なっている。

【0012】これら文献4と5においては、全撮影画像の色情報を保持するため視点方向によらずに高品質な表示結果が得られるという利点があるが、そのデータ量も文献3の方法と比べて膨大なものとなる。そこで文献4では、各ポリゴン毎のテクスチャ列群に対し主成分分析を行い、ポリゴン単位での圧縮を行なっている。ここでは、視線方向が異なるテクスチャ画像間を視線方向に従って滑らかに近似するような圧縮ではなく、全てのテクスチャ画像がほぼ同じで照明による違いしかないと仮定しており、主成分分析による圧縮で非常に高い圧縮率が得られるものとしている。一方、文献5では、各微小領域毎にLumisphereと呼ぶ球の表面に視点方向に応じた輝度情報を付加しており、それを擬似的なベクトル量子化や主成分分析を用いることにより圧縮している。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、従来の方法では、文献1や2のように幾何形状を積極的に利用せずに画像を保存し表示するため、仮想空間内での配置や陰影付けが不可能であったり、文献3のように多視点画像から復元した被写体形状を表わすポリゴンにテクスチャを固定の一枚のみマッピングするため表示の際に違和感が生じるか、もしくは文献4や5のように撮影方向に従いマッピング元の画像を変化させることにより表示時にも撮影画像と同等に近い品質で表示可能となるものの、高圧縮を実現するためレンジファインダとの併用により正確な形状復元を行なう必要があり、特に文献5では復元形状と撮影画像との位置合わせを手で行なわなければならないかった。

【0014】本発明の目的は、多視点画像及びその視点情報のみを入力とし、概略形状を復元し、かつ入力画像の視点方向から見た色情報をそのまま再現、表示できる画像データを復元形状表面に付加する3次元画像情報生成方法と装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するた

め、本発明は、同一被写体を多数の視点方向から撮影した複数枚の撮影画像及びそれらの視点情報を入力とし、その被写体の概略形状を復元し、さらにその形状表面に視点に応じた撮影画像の色情報を付加する3次元画像情報生成方法であって、前記撮影画像のうちの被写体の全形が撮影されている画像複数枚をシルエット画像として選択し、そのシルエット情報を用いて、被写体の概略形状を微少領域の集合として復元する段階と、前記復元された概略形状に撮影画像の色情報を付加するための六角形画像の大きさ及び形状と六角形画像を構成する六角形画素と撮影画像との対応付けを決定する段階と、前記対応付けを決定する段階で求めた六角形画像を形状表面上の全微少領域に割当て、その微少領域毎に、撮影画像の視点と微少領域を結ぶ投影線と撮影画像との交点上の色を、対応する六角形画素に割当てる段階と、前記割当てる段階において色が割当てられなかった六角形画素について、隣接六角形画素の色を用いて色を決定する段階と、前記六角形画素で構成される全ての六角形画像を二次元配列の画像データに変換し、それら画像データを1枚ないしは複数枚の画像データにマージする段階とを有することを特徴とする3次元画像情報生成方法を手段とする。

【0016】あるいは、前記マージする段階の後に、マージ後の画像データを圧縮する段階を有することを特徴とする3次元画像情報生成方法を手段とする。

【0017】また、本発明は、同一被写体を多数の視点方向から撮影した複数枚の撮影画像及びそれらの視点情報を入力とし、その被写体の概略形状を復元し、さらにその形状表面に視点に応じた撮影画像の色情報を付加する3次元画像情報生成装置であって、前記撮影画像のうちの被写体の全形が撮影されている画像複数枚をシルエット画像として選択し、そのシルエット情報を用いて、被写体の概略形状を微少領域の集合として復元する概略形状生成手段と、前記復元された形状情報に撮影画像の色情報を付加するための六角形画像の大きさ及び形状と六角形画像を構成する六角形画素と撮影画像との対応付けを決定する六角形画像情報決定手段と、前記決定された六角形画像を形状表面上の全微少領域に割当て、その微少領域毎に、撮影画像の視点と微少領域を結ぶ視線と撮影画像との交点上の撮影画像の色を、対応する六角形画素に割当てる色情報付加手段と、前記色情報付加手段において色が割当てられなかった六角形画素について、隣接六角形画素の色を用いて色を決定する無色画素色決定手段と、前記六角形画素で構成される全ての六角形画像を二次元配列の画像データに変換し、それら画像データを1枚ないしは複数枚の画像データにマージする二次元配列画像変換合成手段とを有することを特徴とする3次元画像情報生成装置を手段とする。

【0018】あるいは、前記二次元配列画像変換合成手段でマージされた後の画像データを圧縮する圧縮手段を

有することを特徴とする3次元画像情報生成装置を手段とする。

【0019】また、上記の3次元画像情報生成方法における段階を、コンピュータに実行させるためのプログラムとしたことを特徴とする3次元画像情報生成プログラムを手段とする。

【0020】さらには、上記の3次元画像情報生成方法における段階を、コンピュータに実行させるためのプログラムとし、前記プログラムを、前記コンピュータが読み取りできる記録媒体に記録したことを特徴とする3次元画像情報生成プログラムを記録した記録媒体を手段とする。

【0021】本発明では、同一の撮影画像から形状復元と色情報抽出の両方を行なうので復元形状と画像の合わせ込みの必要がないという利点がある。さらに、全方位からの色情報の保持に、互いに隣接する六角形画素から成る六角形画像を利用する。六角形画素は六隣接性を持ち、対称性にも優れているため、無駄な領域も少ないまま、通常の二次元配列の画像データに変換し、1枚ないし数枚の画像データとしてマージし、保持することができる。そのため、扱いが楽で、かつ変換後は通常の画像圧縮法によりデータを圧縮することが可能である、という利点を持つ。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を示す。尚、これによりこの発明が限定されるものではない。

【0023】〔本発明の原理〕本発明では、概略形状復元にシルエット法を用い、色情報の保持にはバッキーボールの平面展開による手法を用いる。シルエット法は、多視点画像から被写体の概略形状を復元する手法として用いられている手法で、高速かつ安定に形状復元が行えるという利点がある。また、バッキーボールとは、図11に示すように12個の正五角形と20個の正六角形から成る32面の多面体である。図11ではわかりやすくするため、正五角形は黒、正六角形は白及びハッチングで示してある。これはまた、サッカーボールやフラーレンC₆₀の構造としても良く知られており、球面をよく近似し、かつ内接している。このバッキーボールを二次元平面上に展開した図が図12で、さらに全ての正五角形を正六角形に置換したものが図13である。これは正六角形を画素とする六角形画像(図10)とみなすことができる。さらに六角形画素は六隣接性を持ち、かつ対称性も良いため、再帰的に階層分割することにより画素数を増やしたり、単純な変換で、無駄な領域も少ないまま通常の二次元配列をとる二次元画像に変換することができる(図14)。すなわち、被写体の復元形状表面にバッキーボールを仮想的に置き、その多角形視線との交点上に撮影画像からの色をマッピングすれば、それを通常の二次元配列をとる画像に変換することができる。こ

の変換により、これまで多数開発されてきた通常の画像圧縮アルゴリズムが適用できるという利点がある。

【0024】上記をもとにした本発明の3次元画像情報生成方法では、シルエット法による被写体の概略形状復元段階と、仮想空間に配置したバッキーボールと撮影画像の視線との交点を求め、それを平面展開、階層分割して六角形画像を作成し、それを構成する六角形画素と撮影画像の対応付けを行なう六角形画像情報生成段階と、復元形状表面を表わす全微少領域に前段階（六角形画像情報生成段階）での六角形画像を割当て、対応付け結果を用いて各六角形画素に撮影画像の色付けを行なう色情報割当て段階と、前段階（色情報割当て段階）で割当てのなかった六角形画素に補間により色情報を割当てる色情報補間段階と、六角形画像を通常の二次元配列の画像データに変換する配列変換段階と、前段階（配列変換段階）で変換した二次元配列の画像をマージする画像マージ段階と、を有する。

【0025】以下、各段階について説明する。

【0026】まず概略形状復元段階では、図9に示すように、撮影画像の被写体が写っている領域をシルエット領域として、各画像のシルエット領域を視点から三次元仮想空間内のボクセル空間に投影し、全投影領域が通過するボクセル領域を求める。尚、ここで「ボクセル空間」とは、単位三次元空間である「ボクセル」の集合として定義している。得られたボクセル領域が被写体の概略形状を表わし、その表面を微少領域の集合として表わす。

【0027】次に六角形画像情報生成段階について説明する。シルエット法を実行した三次元仮想空間内の任意の位置に、単位半径を持つ仮想的なバッキーボールを配置する。次に全撮影画像について、中心座標と視点を結ぶ投影線 ls を求め、バッキーボール表面との交点座標を三次元座標で計算する（図15）。次にバッキーボールの中心を通るような平面を考え、バッキーボールの頂点座標をその平面上に展開し、二次元座標を求める。交点座標 ks も二次元座標に変換する。最後にパラメータで指定されたレベルまたは、ひとつの六角形画素にたかだかひとつの画像が割当てられるまで、二次元座標上での階層分割を繰り返す。ここでの階層的分割は、上位階層と下位階層の六角形の対称性がずれないため、1) 階層のレベル0で定義する画素と球面との関係を下位階層でもそのまま使える、2) 六角形画像から四角形画像への変換も上位と下位階層で同じ手順で行なえる、ということから、図16のように、正六角形を一旦八等分に分割して台形を求め、その隣接台形同士がマージして得られる正六角形を下位レベルの六角形とする。階層分割の結果、ひとつの六角形に2つ以上の交点が存在する場合には、何らかの方法でひとつのみ残すようにする。具体的な方法としては、最も六角形の中心に近い座標にあるもののみ残したり、また全ての色の平均を持つ交点を六

角形の中心位置や元の交点の重心位置に与える、といった方法が考えられる。最終的に六段階では、生成された六角形画素に、それへの交点を持つ撮影画像がたかだか1枚対応付けられる。

【0028】色情報割当て段階ではまず、被写体復元形状表面を表わす全微少領域に、前段階（六角形画像情報生成段階）で求めた形状、大きさを持つ六角形画像を割当てる。次に全微少領域から各撮影画像を可視判定し、微少領域から直接見える撮影画像の色のみ、色付けを行なう。色は撮影画像と視線との交点上の色とする。

【0029】次の色情報補間段階では色情報割当て段階で色が付かなかった六角形画素の色付けを行なう。色のついている六角形画素の色を用いて補間を行なう。これにより実際には微少領域から見えない、または撮影画像が存在しない六角形画素にも見えている画像からの補間により色付けする。

【0030】配列変換段階においては、六角形画像の対称性を利用した、図14で表わす変換則に基づき六角形画像を通常の二次元配列をとる画像に変換する。六段階で生成される二次元配列画像は微少領域の数だけ存在することになるので、マージ段階において、1枚ないしは数枚の画像にマージすることにより表示の際に扱い易くするとともに、従来の画像圧縮手法を適用し易くする。

【0031】〔用語の説明〕次に、以下の実施形態での用語について説明する。

1. 撮影画像

被写体を撮影した画像。

2. 視点情報

被写体を撮影した際の、カメラの位置および向きのこと。ここでは、カメラパラメータと同じ意味に使っている。

3. カメラパラメータ

被写体を撮影した際の、カメラ位置及び被写体に対する向きのこと。ただし、本実施形態では撮影時のカメラのレンズ歪が全くない物と仮定しており、そうでない場合はそれもカメラパラメータとして考慮する必要がある。

4. 投影線

撮影画像の視点位置と撮影画像または復元形状の目標位置とを結んだ直線のこと。

5. 有色画素

色付け済みの六角形画素。

6. 無色画素

色付けされていない六角形画素。

7. Zバッファ法

3次元コンピュータグラフィックスにおける隠面消去（視線の手前にある物体で隠される物体や面を検出して描画しないようにする処理）の方法の一つ。画面を構成するの各画素に色情報のほかにも奥行きに関する情報を持たせ、画面に描画する際には同じ座標の視点からの奥行き情報（Z値）を比較して、最も手前にあるものだけを

画面に書き込む手法。この方法で用いる奥行き情報のためのメモリ領域をZバッファと呼ぶ。

8. OpenGL

SGI (Silicon Graphics 社) が開発した、3次元グラフィックスハードウェアのために用意されたソフトウェアインターフェイス。主にレンダリング処理に用いられ、用意されたライブラリを用いることによりZバッファによる描画やZ値の取得を行なう事も出来る。

【0032】 [第1の実施形態] 図1は、本発明の第1の実施形態による装置構成図である。本装置は、同一被写体を多数の視点方向から撮影した複数枚の画像及びそれらの視点情報を入力情報とし、その被写体の概略形状を復元し、さらにその形状表面に座標及び視点に応じた入力画像の色情報を付加する3次元画像情報生成装置である。

【0033】 図1において、11は同一被写体を多数の視点方向から撮影した複数枚の画像及びそれらの視点情報を入力情報とし、上記撮影画像のうちの被写体の全形が撮影されている画像複数枚をシルエット画像として選択し、そのシルエット情報を用いて、被写体の概略形状を微少領域の集合として復元する概略形状生成部である。12は復元された形状情報に撮影画像の色情報を付加するための六角形画像の大きさ及び形状と六角形画像を構成する六角形画素と撮影画像との対応付けを決定する六角形画像決定部である。13は前記決定された六角形画像を形状表面上の全微少領域に割当て、その微少領域毎に、撮影画像の視点と微少領域を結ぶ視線と撮影画像との交点上の撮影画像の色を、対応する六角形画素に割当てる色情報付加部である。14は色情報付加部13において色が割当てられなかった六角形画素について、隣接六角形画素の色を用いて色を決定する無色画素色決定部である。15は前記六角形画素で構成される全ての六角形画像を二次元配列の画像データに変換し、それら画像データを1枚ないしは複数枚の画像データにマージする二次元配列画像変換合成部である。16は後段の各部で処理を行ったり最終結果を出力したりするために、入力情報や各部での処理結果(概略形状生成部11の形状情報、六角形画像決定部12の六角形画像情報、色情報付加部13の六角形画像情報、無色画素色決定部14の六角形画像情報、及び二次元配列画像変換合成部の二次元配列画像情報)を記憶する情報記憶部である。本装置は以上の各部で構成される。

【0034】 図2は上記の装置における処理の流れを示すフローチャートである。図2では被写体形状をシルエット法によって求めた微少なポリゴンの集合で表わし、その頂点を微少領域とみなし、各撮影画像からの色づけを行なう実施形態を挙げる。また、本実施形態では、六角形画像の分割の階層レベルは撮影画像の視点位置により自動で決める。

【0035】 まず、シルエット法により形状復元を行なう(ステップ21)。ここでは、まず撮影画像の中から被写体の全形が撮影されている画像複数枚をシルエット画像として選択し、被写体の写っている領域をシルエット領域とする(図9)。次に、初期値として与えられているボクセル空間を8つに等分割し、分割後のボクセルが持つ8頂点と各シルエット画像の視点とを結ぶ投影線を作成する。その後、投影線と各シルエット画像との交点を求め、さらにそれら交点座標が各シルエット画像上で作るバウンディングボックスを求める。全てのシルエット画像において、このバウンディングボックスの内部領域が、シルエット領域とそれ以外の領域を含む場合、投影元となったボクセルが被写体の概略形状の境界上にあると判定する。この、境界上にあると判定されたボクセル(境界ボクセル)のみを8つに等分割し、頂点からの投影により再判定する、ということを繰り返行なうと、徐々に境界ボクセルが小さくなり、被写体の実際の大きさ、形状に近い概略形状を境界ボクセルの集合として得ることができる(図17)。例えば、一辺1mmのボクセルが得られるまで判定、8分割を繰り返せば解像度が1mmの概略形状を得ることが出来る。

【0036】 次のステップ22では、このようにして得られたボクセルの中心点同士を結ぶことにより、被写体の概略形状表面を微少なポリゴンの集合として表わす(図18)。

【0037】 ステップ23では、各頂点に与える六角形画像の形状、大きさ、を決定するとともに、撮影画像と六角形画素を対応付ける。本ステップでは、まずバッキーボールを、その中心が前ステップで復元した形状の中心と一致するように仮想的に配置する。次に、撮影画像の視点と座標原点を結ぶ線とバッキーボール表面との交点の座標を算出し、その交点座標を平面展開した六角形画像上の座標に変換する。次に、ひとつの六角形内に存在する交点がひとつとなるまで、図16の規則に従い、六角形画像を階層的に分割する。次に、生成された六角形画素とそれへの交点を持つ撮影画像との対応関係を記憶する。最後に、ステップ21において復元した概略形状の頂点数分の六角形画像の配列を確保する。ここで、各六角形画像は上で求めた形状、及び大きさを持つ。

【0038】 次のステップ24では、図3に示したアルゴリズムにより、全頂点に対し、直接見える撮影画像からの色を、ステップ23の最後に配列確保した各頂点用の六角形画素に割当てていく。ここではステップ33において、各撮影画像を仮想的な画面とみなし、撮影画像上にステップ21で復元した概略形状を、OpenGLによるZバッファ法を適用して仮想的に描画することにより撮影画像上の画素のZ値を求める。次に、得られたZ値と復元概略形状上の各頂点と、その投影線と撮影画像間の交点との距離を比較し、それが画像上のZ値と等しければ、その頂点は撮影画像から可視であると判定す

る(ステップ36)、ある撮影画像から可視であると判定された頂点には、その頂点からの投影線と撮影画像の交差する画素の色を、ステップ24で求めた関係に基づいた六角形画素に割当てる(ステップ37)。ここで色を割当てられた画素が有色画素となる。

【0039】ステップ25では、各六角形画像に対して、以下を無色画素がひとつもなくなるまで行なう(図4)。まず、画像内の全ての無色画素を抽出し、その無色画素を有色画素との隣接数の降順にソートする(ステップ42, 43)。結果のキューのトップの画素を α_{top} とすると、 α_{top} を隣接する有色画素の色平均とする。ただし、六角形画像の境界上の六角形画素については、もとのバッキーボール上で隣接する画素を考慮して補間を行なう。 α_{top} に隣接する無色画素があれば、無色画素の隣接数を変更し、キューを再ソートし、トップの色を補間により決定する。ここで、ステップ44では、隣接有色画素の色の平均値を補間の色とする。

【0040】次に、図14での変換規則に則り、全頂点の六角形画像を通常の2次元配列の画像に変換した後(ステップ26)、ステップ27でそれらの画像を1枚ないしは複数枚の画像データとしてマージする。マージは頂点番号順に六角形画像を並べることにより行なう。

【0041】[第2の実施形態]図5は、本発明の第2の実施形態による装置構成図である。本装置は、第1の実施形態において、マージ後の画像データを圧縮する画像圧縮部56を備えたものであり、概略形状生成部51、六角形画像決定部52、色情報付加部53、無色画素色決定部54、二次元配列画像変換合成部55は、図1における概略形状生成部11、六角形画像決定部12、色情報付加部13、無色画素色決定部14、二次元配列画像変換合成部15と同様のものである。ただし、情報記憶部57は、図1の情報記憶部17に加えて、画像圧縮部56で圧縮された画像データをも記憶する。

【0042】また、上記構成により実現される本実施形態の処理の流れでは、第1の実施形態でのフローに加え、生成画像データの圧縮を行なうステップを有する。フローチャートを図6に示す。本実施形態におけるポリゴンデータ化(ステップ62)、色情報付加(ステップ64)及び二次元配列画像変換のアルゴリズム(ステップ66)は第1の実施形態におけるステップ22, 24, 26とそれぞれ同じであるとする。

【0043】ステップ61でもステップ21同様、シルエット法により形状復元を行なう。ここでも、まず撮影画像の中から被写体の全形が撮影されている画像複数枚をシルエット画像として選択し、被写体の写っている領域をシルエット領域とする(図9)。次に、初期値として与えられているボクセル空間を8つに等分割し、分割後のボクセルが持つ8頂点と各シルエット画像の視点とを結ぶ投影線を作成する。その後、投影線と各シルエット画像との交点を求める。各シルエット画像に対する8

つの交点座標が、シルエット領域内と領域外の双方に分散しているかどうかを調べる。全シルエット画像に対して分散している場合、投影元となったボクセルを第1の実施形態における境界ボクセルと同じとみなす。この判定法とボクセルの8分割の繰り返しにより、第1の実施形態同様、被写体の概略形状を境界ボクセルの集合として得る。ただし本実施形態の場合は、境界ボクセルの判定法が、ボクセル頂点からの投影線との交点座標のシルエット領域との内外判定のみであり、例えばボクセル領域内に被写体の小さな凸部が入り込んでいたりすると、投影線の交点はすべてシルエット領域外にあると判定されてしまい、得られる概略形状の表面が穴が空いたように欠損してしまう場合がある。その場合には、欠損部の境界上にあるボクセルに隣接するように最小の大きさのボクセルを付加し、その付加したボクセルの境界ボクセル判定を行ない、境界ボクセルのみを残していく、ということ欠損部がなくなるまで繰り返すことにより、閉じた概略形状表面を得る。

【0044】ステップ63では、ステップ23と同様に、各頂点に与える六角形画像の形状、大きさ、を決定するとともに、撮影画像と六角形画像を対応付ける。本ステップにおいても、まずバッキーボールを、その中心が前ステップで復元した形状の中心と一致するように仮想的に配置する。次に、撮影画像の視点と座標原点を消す線とバッキーボール表面との交点の座標を算出し、その交点座標を平面展開した六角形画像上の座標に変換する。次に、パラメータにより指定された階層まで、図16の規則に従い六角形画像を分割する。分割結果のひとつの六角形画素上にふたつ以上の交点が存在している場合は、最も六角形の中心座標に近いもののみ残す。次に、生成された六角形画素とそれへの交点を持つ撮影画像との対応関係を記憶する。最後に、ステップ21において復元した概略形状の頂点数分の六角形画像の配列を確保する。ここで、各六角形画像は上で求めた形状、及び大きさを持つ。

【0045】ステップ65での補間のアルゴリズムは図4と同じだが、ステップ44において求める画素の色は、該当無色画素の中心座標に最も近い交点座標を持つ隣接有色画素の色、とする。また、ステップ67での画像のマージ方法は、画像データを、頂点色の分散が閾値以上のものと以下のものとの二種類に分類し、それぞれ頂点番号順に並べる。閾値以上の画像については非圧縮のままにし、閾値以下の画像についてはステップ68においてjpegによる圧縮を行なう。

【0046】尚、以上の実施形態において、それぞれ全ての適用範囲はこれに限定されるものではない。例えば、第1の実施形態におけるステップ21でのシルエット法を第2の実施形態におけるステップ61でのシルエット法にも適用することも考えられるし、その逆も有り得る。また例えば、第1の実施形態におけるステップ4

4での補間方法を第2の実施形態における補間方法にも適用することも考えられるし、その逆も有り得る。さらに隣接有色画素の色の中からの任意の一色とすることも考えられる。また、第1の実施形態における画像のマージ方法を第2の実施形態において適用することも考えられるし、頂点色の平均値が近いものから順番にマージしていく手法も考えられる。一方、ステップ27や67におけるマージ後の画像データの形状についても、頂点毎の六角形画像の大きさと頂点数から面積を推定し、正方形に近い縦横比の形状を持つような画像データが得られるようにすることも考えられる。また、ステップ68における圧縮もベクトル量子化を始めとする他の圧縮手法を適用することも考えられる。

【0047】-[他の実施形態] 図7を参照すると、本発明の他の実施形態の3次元画像情報生成装置は入力装置71と記憶装置72、73と出力装置74と記録媒体75とデータ処理装置76で構成されている。

【0048】入力装置71は撮影情報、視点情報を入力するためのものである。記録装置72は図1中の情報記憶部16に対応する。記憶装置73はハードディスクである。出力装置74は生成された3次元画像情報を表示したり、印刷したりする。記録媒体75は以上の各実施形態で述べた処理からなる3次元画像情報生成プログラムが記録されている、FD（フロッピーディスク（登録商標））、CD-ROM等の記録媒体である。データ処理装置76は記録媒体75から3次元画像情報生成プログラムを読み込んで、これを実行するCPU（コンピュータ）である。

【0049】尚、3次元画像情報生成プログラムは、図1や図5で示した装置における各部の一部もしくは全部の機能をコンピュータで実行するためのプログラムとして構成したもの、あるいは、図2～4や図6で示した処理のステップをコンピュータで実行するためのプログラムとして構成したものである。この3次元画像情報生成プログラムは、上記のようなコンピュータが読み取りできる記録媒体に記録することによって、保存したり、配布したり、提供したりすることが可能であるとともに、インターネットや電子メールなど、ネットワークを通して配布したり提供したりすることも可能である。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、

1. 同一の撮影画像から形状復元と色情報抽出の両方を行なうので復元形状と画像の合わせ込みの必要がなく、短時間でデータが生成できる。
2. 六角形画像を用いることにより、全方位からの色データを扱いが楽な少数枚の画像データとして得ることができる。
3. そのためデータの圧縮に従来の画像圧縮アルゴリズムを適用できる。以上のような効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の3次元画像情報生成装置の構成図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における全体の処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】本発明の第1の実施形態における六角形画素の色づけの流れを示すフローチャートである。

【図4】本発明の第1の実施形態における補間の流れを示すフローチャートである。

【図5】本発明の第2の実施形態の3次元画像情報生成装置の構成図である。

【図6】本発明の第2の実施形態における全体の処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】本発明の他の実施形態の3次元画像情報生成装置の構成図である。

【図8】本発明の位置付け、及び本発明において生成するデータの概念図である。

【図9】シルエット法の原理を示す概念図である。

【図10】六角形画像及び六角形画素の説明図である。

【図11】バックキーボールの概念を表わす説明図である。

【図12】バックキーボールを二次元平面展開した図である。

【図13】図12の正五角形を正六角形に置換した図である。

【図14】六角形画像を二次元配列の画像データに変換する図である。

【図15】三次元仮想空間におけるバックキーボールと撮影画像の中心座標と視点とを結び投影線との交点を求める概念図である。

【図16】六角形画像の階層分割の概念図である。

【図17】シルエット法（第1の実施形態でのステップ21、第2の実施形態でのステップ61）における、ボクセル空間の8分割を表わす概念図である。

【図18】第1の実施形態でのステップ22、ポリゴンデータ化における、ポリゴンデータ生成手法を表わす概念図である。

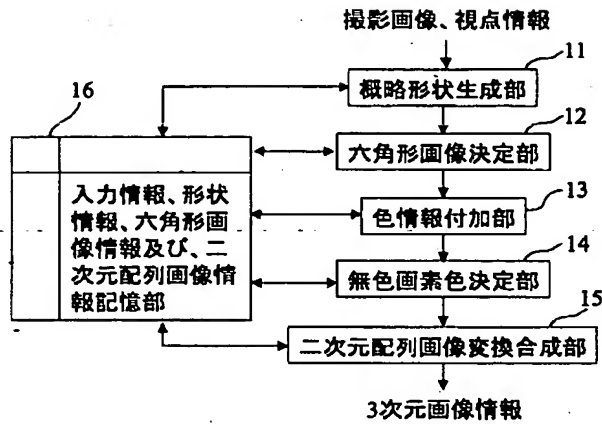
【符号の説明】

- 11…概略形状生成部
- 12…六角形画像決定部
- 13…色情報付加部
- 14…無色画素色決定部
- 15…二次元配列画像変換合成部
- 16…情報記憶部
- 21～27, 31～37, 41～44…ステップ
- 51…概略形状生成部
- 52…六角形画像決定部
- 53…色情報付加部
- 54…無色画素色決定部
- 55…二次元配列画像変換合成部
- 56…画像圧縮部

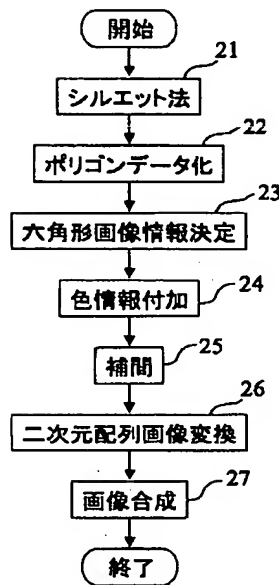
57…情報記憶部
61～68…ステップ
71…入力装置
72…記憶装置

73…記憶装置
74…出力装置
75…記録媒体
76…データ処理装置

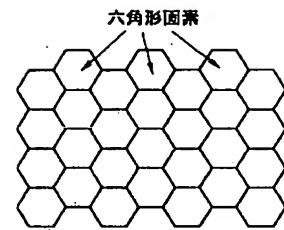
【図1】



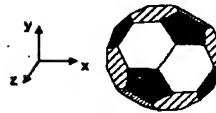
【図2】



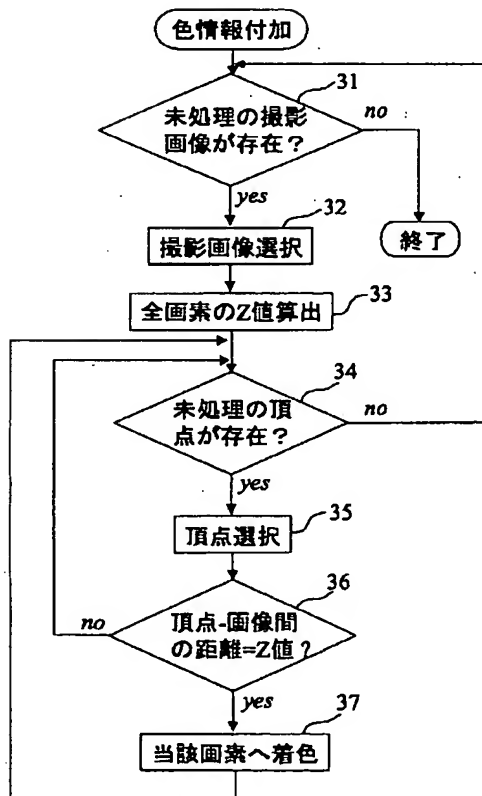
【図10】



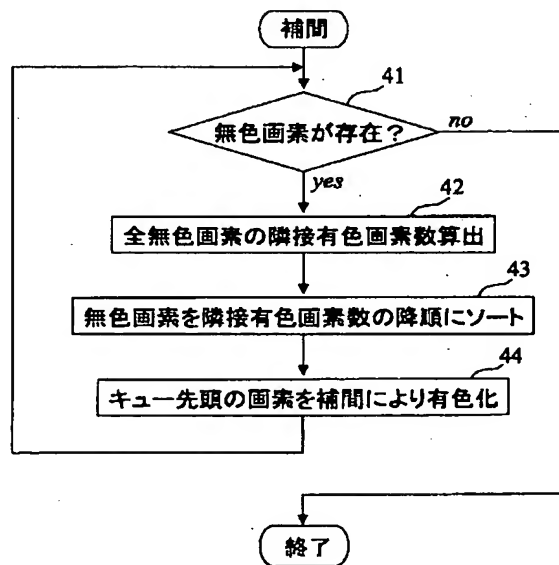
【図11】



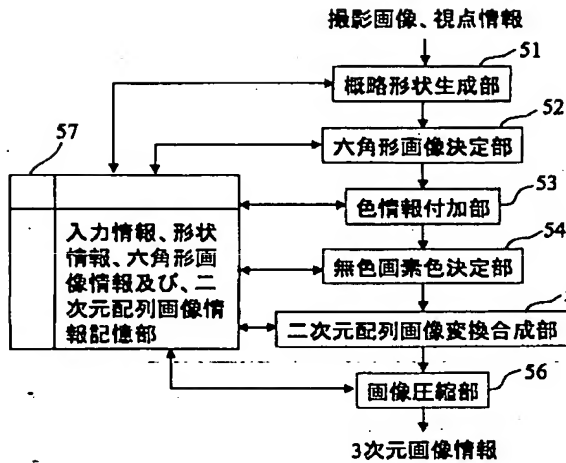
【図3】



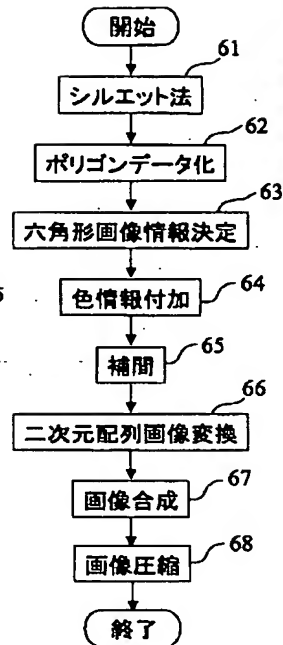
【図4】



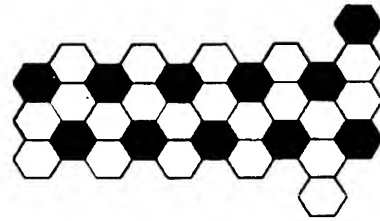
【図5】



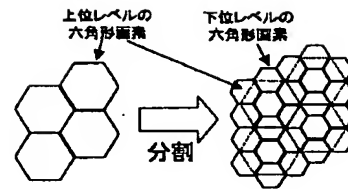
【図6】



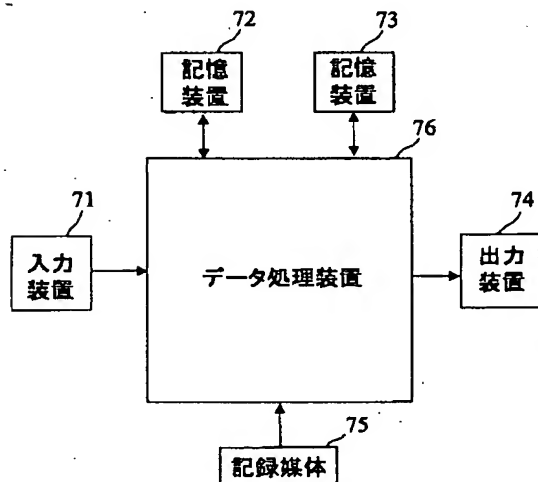
【図13】



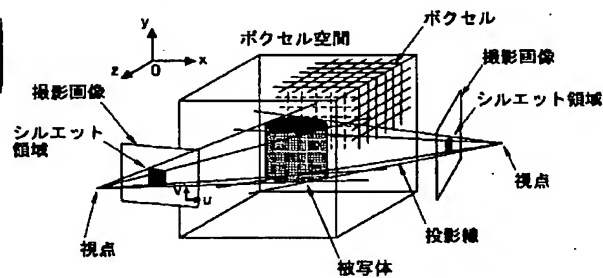
【図16】



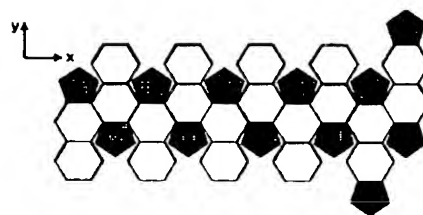
【図7】



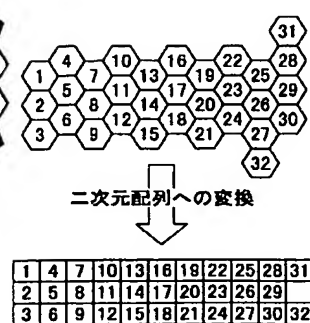
【図9】



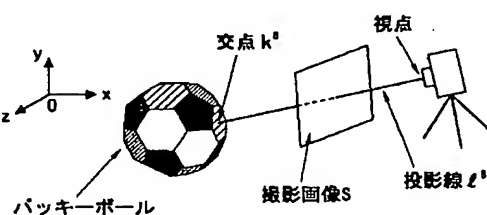
【図12】



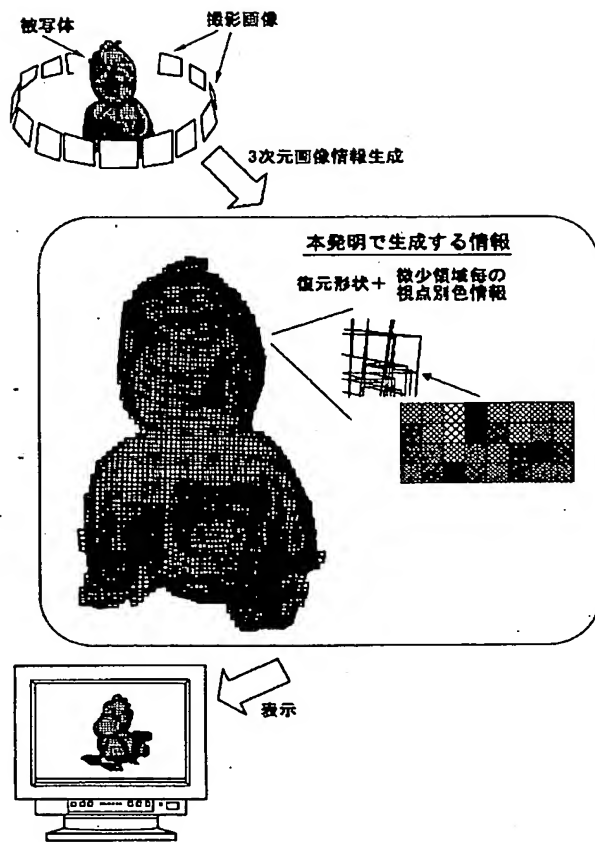
【図14】



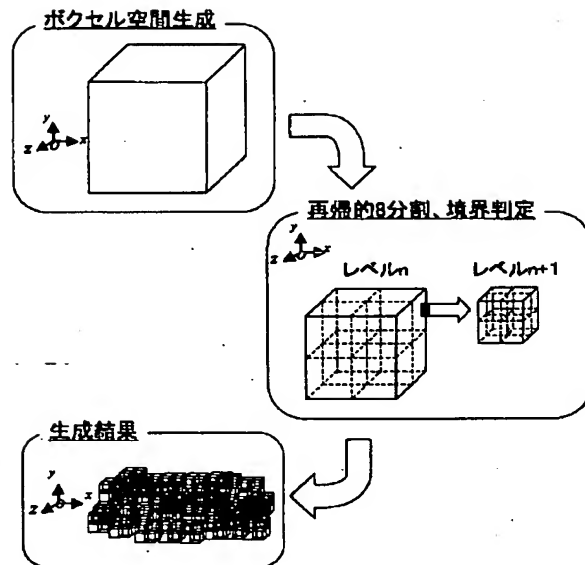
【図15】



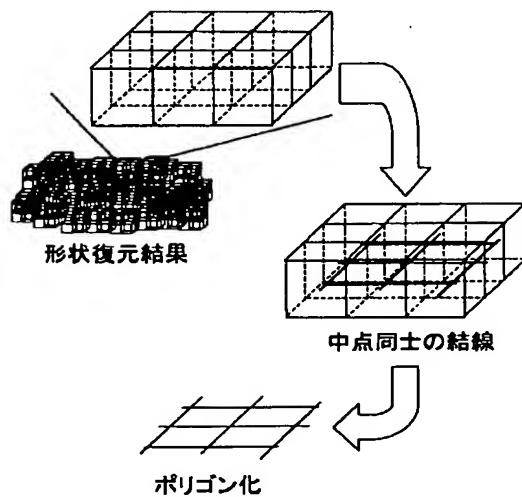
【図8】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72) 発明者 北沢 仁志

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内F ターム(参考) 5B050 BA09 DA04 DA07 EA09 EA10
EA27 EA28 EA30 FA05
5B057 BA11 CA01 CA12 CB01 CB13
CE16 CG01 DA17 DB03 DB06
5B080 BA01 BA02 BA04 BA05 FA02
FA15 GA22

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.